

Instrucción basada en esquemas para la enseñanza de la resolución de problemas aditivos en estudiantes con trastorno del espectro autista: un estudio de caso

Schema-based instruction to teach additive problem solving to students with autism: a single case study

Irene Polo-Blanco

(Universidad de Cantabria) se doctoró en Matemáticas por la Universidad de Groningen (Países Bajos) en 2007. Desde 2009 disfruta de una plaza en el área de Didáctica de la Matemática en la Universidad de Cantabria. Sus áreas de interés en investigación incluyen razonamiento algebraico y educación especial.
irene.polo@unican.es

María José González López

(Universidad de Cantabria) se doctoró en Matemáticas por la Universidad de Cantabria en 1992. Desde 2002 disfruta de una plaza en el área de Didáctica de la Matemática en la Universidad de Cantabria. Sus áreas de interés en investigación incluyen formación del profesorado de matemáticas y educación especial.
mariaj.gonzalez@unican.es

Recibido: 3 de agosto de 2020

Aceptado: 29 de septiembre de 2020

DOI: 10.5377/ryr.v53i53.10898



RESUMEN

En este artículo se examina la efectividad de un enfoque de Instrucción Basada en Esquemas para mejorar el rendimiento matemático de resolución de problemas verbales aditivos por un estudiante con trastorno del espectro autista. Se llevó a cabo una intervención adaptada a las necesidades educativas del alumno. Este mostró una mejoría en la resolución de problemas verbales aditivos de cambio con incógnita en las tres cantidades (inicial, cambio y final) en dos aspectos: la identificación de la operación aritmética y la obtención del resultado numérico correcto. El estudiante abandonó sus primeras estrategias informales, que fueron sustituidas por hechos numéricos aditivos. Además, generalizó las habilidades adquiridas a problemas verbales de dos operaciones. Los logros se mantuvieron cuatro semanas después de finalizar la instrucción.

Palabras clave: Trastorno del espectro autista, resolución de problemas aditivos, instrucción basada en esquemas.

ABSTRACT

In this study, the effectiveness of a SBI instructional approach to improve the mathematical word-problem-solving performance of one student diagnosed with autism spectrum disorder was examined. An intervention adapted to the educational needs of the student was implemented. The student improved his performance when solving addition and subtraction change word problems with the unknown in the three quantities (initial, change and final amount) in two aspects: identifying the arithmetic operation needed to solve the problem and providing the correct numerical answer to the problem. The student replaced his initial informal strategies by additive numerical facts. The effects of the instruction were generalized to two-step addition and subtraction word problems. The results were maintained four weeks after instruction.

Keywords: Autism spectrum disorder, addition and subtraction word problems, Schema-Based Instruction

1. Introducción

A pesar de que los datos de algunos estudios muestran que un porcentaje considerable de los sujetos con Trastorno Espectro Autista (TEA) tienen habilidades especiales para las matemáticas (Wei, Yu, Shattuck, McCracken y Blackorby, 2013), la mayoría de los estudios muestran que los rendimientos matemáticos bajos en este colectivo son mucho más frecuentes (Estes, Rivera, Bryan, Cali y Dawson, 2011). En particular, se ha puesto de manifiesto que muchos estudiantes con TEA tienen un rendimiento significativamente más bajo que los estudiantes de desarrollo típico al resolver problemas de matemáticas. Se tiene constancia también de que numerosos estudiantes con TEA proporcionan mayor número de soluciones incorrectas para los problemas y hacen uso de estrategias menos avanzadas (Bae, Chiang y Hickson, 2015).

La metodología de Instrucción Basada en Esquemas (SBI, por sus siglas en inglés) se ha mostrado útil para ayudar a estudiantes con dificultades de aprendizaje en matemáticas a mejorar su desempeño en la resolución de problemas (Jitendra, DiPipi y Perron-Jones, 2002; Kasap y Ergenekon, 2017; Rockwell, Griffin y Jones, 2011). En este trabajo pretendemos evaluar en qué medida ayuda este tipo de metodología a resolver problemas aditivos a un estudiante diagnosticado con TEA y discapacidad intelectual. El estudio forma parte de un proyecto más amplio que estamos desarrollando para lograr que estudiantes de primaria y secundaria con necesidades especiales desarrollen estrategias para resolver problemas aritméticos. La instrucción se ha llevado a cabo de modo individualizado y el participante, tras seguir una Instrucción Basada en Esquemas durante 15 sesiones, desarrolló estrategias avanzadas de hechos numéricos para resolver problemas aditivos de cambio.

2. Antecedentes

Durante las dos últimas décadas, varios estudios se han preocupado por el aprendizaje de la resolución de problemas de matemáticas en estudiantes con dificultades de aprendizaje (Jitendra *et al.*, 2002; Xin y Jitendra, 1999). En el caso de los estudiantes con TEA, se sabe que algunas de las habilidades cognitivas que están afectadas en este colectivo interfieren directamente con la resolución de problemas matemáticos. Por ejemplo, debido a los déficits que presentan en el lenguaje comprensivo, pueden tener dificultades para atribuir significado a los enunciados de los problemas y, en consecuencia, para identificar las operaciones aritméticas requeridas para resolverlos (Bae *et al.*, 2015; Alderson-Day, 2014). Del mismo modo, debido a sus alteraciones en las funciones ejecutivas, pueden tener dificultades para implementar las acciones necesarias para resolver los problemas (Hart y Cleary, 2015; Ozonoff y Schetter, 2007).

Antes de recibir instrucción formal sobre resolución de problemas, los estudiantes pueden resolver una variedad de problemas mediante estrategias informales basadas en el conteo (Carpenter, Ansell, Franke, Fennema y Weisbeck, 1993). Pero para ser eficientes en la resolución de problemas deben desarrollar

otras estrategias relacionadas con el reconocimiento y ejecución de las operaciones aritméticas que resuelven cada problema. Algunos autores se han centrado en estudiar cómo se manifiestan estas estrategias en estudiantes con TEA. Por ejemplo, Polo-Blanco, Bruno, González y Olivera (2018) han caracterizado las estrategias informales y las representaciones que utiliza un estudiante con TEA al resolver problemas de división partitiva, encontrando que usa mayoritariamente estrategias informales de bajo nivel (reparto uno a uno) y representaciones pictóricas muy detalladas que ralentizan la resolución y desvían la atención de los elementos matemáticos del problema. En una línea similar, Polo-Blanco, González y Bruno (2019) han analizado además los tipos de errores al resolver este tipo de problemas en un estudiante con este trastorno y han concluido que los errores están relacionados con los significados de las nociones de partición, equidad y representatividad, necesarios para resolver con éxito problemas aritméticos verbales de división. Otros trabajos han analizado la influencia de las áreas de interés especial, es decir, las temáticas sobre las que algunos estudiantes con TEA desarrollan una predilección inusual, en situaciones de enseñanza (Gunn & Delafield-Butt, 2016). Bajo la hipótesis de que la comprensión de los enunciados de los problemas podría verse favorecida si la temática del problema era un área de interés especial, Polo-Blanco, González y Bruno (en prensa) han evaluado la influencia de las áreas de interés especial en el tipo de estrategia empleada en la resolución de problemas de multiplicación y división con un estudiante con TEA, encontrando que estas áreas han supuesto una mayor implicación del estudiante pero no han logrado una mejora efectiva. En el ámbito del pensamiento algebraico, Goñi-Cervera, Cañadas y Polo-Blanco (en prensa) han descrito las estrategias de cinco estudiantes de educación primaria con TEA al resolver tareas de generalización en un contexto funcional.

En relación con los problemas aritméticos de estructura aditiva, la mayoría de las investigaciones realizadas se han centrado en buscar metodologías de enseñanza que ayudasen a los estudiantes con TEA a mejorar su habilidades de resolución de estos problemas. Entre las que se han mostrado más efectivas, destaca la metodología SBI (Jitendra *et al.*, 2002). Esta metodología se basa en emplear representaciones visuales que reflejan las relaciones que se dan entre las cantidades de un problema. Estas representaciones ayudan a los estudiantes a clasificar la información del problema y a determinar las operaciones aritméticas necesarias para resolverlo. El uso de esquemas también facilita a los estudiantes la comprensión de las relaciones semánticas entre las cantidades que aparecen en el problema, lo que a su vez ayuda a la comprensión conceptual sobre aumentos, disminuciones y combinaciones que involucran cantidades (Jitendra *et al.*, 2002). En el caso de los estudiantes con TEA, distintos estudios han analizado la eficacia de esta metodología. Por ejemplo, Rockwell, Griffin & Jones (2011) estudiaron el uso de SBI para enseñar problemas de suma y resta a un estudiante de 10 años con TEA. Kasap y Ergenekon (2017) se centraron en problemas aditivos de comparación con tres estudiantes con TEA de 9, 11 y 14 años. Root, Browder, Saunders & Lo (2016) demostraron que algunas adaptaciones de SBI fueron eficaces para enseñar problemas de cambio a tres estudiantes con TEA y discapacidad intelectual moderada. Desmarais, Osana & Lafay (2019) compararon la efectividad del uso de SBI en distintos tipos de problemas de cambio en tres grupos de tres estudiantes

de 7 y 8 años diagnosticados con TEA y discapacidad intelectual. La conclusión general de estos estudios es que el rendimiento de los estudiantes mejora en todos los tipos de problemas aritméticos verbales de estructura aditiva. Pero es importante señalar que este tipo de estudios tienen dos características distintivas: se refieren a muestras muy pequeñas y requieren que los principios generales de la metodología SBI se adapten a las características particulares de los estudiantes de la muestra. En consecuencia, consideramos necesario seguir realizando investigaciones con estudiantes con TEA para tener un panorama más amplio del funcionamiento de la metodología SBI en esta población y para identificar las particularidades que complementan a esta metodología a la hora de cubrir la variabilidad en el aprendizaje de los estudiantes con TEA.

En la línea de lo anterior, en el presente trabajo nos planteamos evaluar la efectividad del enfoque SBI en la instrucción de problemas de cambio de una etapa de estructura aditiva en un estudiante diagnosticado con TEA y discapacidad intelectual. Mostramos el detalle de las sesiones realizadas y la hoja de pautas empleada. Además, estudiamos en qué medida el estudiante generaliza a problemas de dos operaciones el desempeño en la resolución de problemas de una operación y si lo aprendido se mantiene en el tiempo.

3. Metodología

Se ha llevado a cabo una metodología de línea de base múltiple a través de sujetos (Kratochwill, Hitchcock, Horner, Levin, Odom, Rindskopf & Shadish, 2013). En este trabajo se muestra el desempeño de uno de los sujetos. La metodología de línea de base múltiple se aplica para valorar la efectividad de una intervención en entornos educativos y clínicos. Se basa en proporcionar evidencias basadas en datos tomados de la práctica, para dar respuesta a preguntas tales como ¿cuándo debe mantenerse o modificarse una secuencia de enseñanza? ¿se puede atribuir el progreso de un estudiante a alguna característica particular de dicha secuencia? Consiste en evaluar los resultados del estudiante en distintos momentos diferentes en el tiempo, en algunos de los cuales se han realizado cambios en las condiciones del proceso de enseñanza. Concretamente, antes de comenzar la instrucción se hace una primera evaluación, llamada línea de base, que mide el nivel inicial de desempeño del estudiante y puede reiterarse varias veces en distintas sesiones para garantizar que el comportamiento es estable en el tiempo. Posteriormente comienzan las sesiones de instrucción, en las que se intercalan sesiones de evaluación. Dicha evaluación determina si el estudiante ha alcanzado el criterio de capacitación establecido en la investigación para valorar un determinado logro y, en consecuencia, si se pueden introducir cambios para avanzar en la instrucción. El criterio de capacitación establecido en esta investigación fue obtener al menos el 75% de la puntuación máxima posible en los problemas de evaluación de la sesión, según la asignación que se detalla más adelante. Con posterioridad a la instrucción, se evalúan algunas características adicionales, por ejemplo, el mantenimiento en el tiempo de las habilidades aprendidas y la generalización a otras situaciones sobre las que no ha habido enseñanza explícita.

Esta metodología es frecuente en estudios de comportamiento con estudiantes diagnosticados con TEA y es especialmente adecuada para el estudio que planteamos debido a que tiene un diseño flexible en el que el comportamiento del estudiante controla el ritmo y los cambios a realizar en la secuencia de enseñanza.

3.1. Participante

El sujeto considerado en este trabajo es un varón de 13 años diagnosticado con TEA y con discapacidad intelectual (CI de 54 medido por la escala de inteligencia de Wechsler para niños WISC V). Presenta un nivel de afectación específico por sintomatología grave con alteración severa de la actividad social y escolar. En el comienzo del estudio, el participante obtuvo una edad matemática de 7 años y 8 meses según el Test de Competencia Matemática Básica TEMA 3 (Ginsburg & Baroody, 2007), equivalente a segundo de primaria, presenta un lenguaje funcional con un nivel de comprensión elevado, tanto oral como escrito, y con un amplio vocabulario, se comunica por medio de frases cortas gramaticalmente correctas, su capacidad lectora es equiparable a un nivel de tercero de Primaria (8-9 años), lo que le lleva a leer y comprender los enunciados de los problemas, aunque presenta dificultades de comprensión de determinadas palabras. Como estudiante, es disciplinado y muestra especial interés en tareas manipulativas y de dibujo.

3.2. Diseño de Instrucción

El estudio tuvo lugar durante el curso escolar 2018-19, en sesiones semanales de una duración aproximada de 50 minutos. La instrucción fue llevada a cabo por un profesor con experiencia en alumnos con dificultades de aprendizaje. Las fases del proceso incluyeron: 7 sesiones de línea de base previas a la instrucción (LB1 a LB7), 15 sesiones de instrucción, algunas de las cuales se acompañaron de sesiones de evaluación, un total de 7 sesiones de evaluación (S1 a S7), 1 posttest de generalización a problemas de dos operaciones (PT(G)) y un posttest de mantenimiento cuatro semanas tras finalizar la instrucción (PT(M)).

En las 7 sesiones de línea de base, el estudiante solo recibía el enunciado de cada problema en un folio. Resolvía un total de 6 problemas en cada sesión sin ayuda del profesor. Este decía al estudiante que lo resolviera lo mejor posible y le animaba a consultar dudas sobre el significado de las palabras del enunciado que no comprendía. No se proporcionaba ningún otro feedback.

En las 15 sesiones de instrucción, se llevó a cabo instrucción directa (Engelmann, 1980), consistente en que el profesor mostraba como se resolvía un problema y a continuación proponía un problema e invitaba al estudiante a resolverlo. El profesor guiaba al estudiante y le proporciona feedback continuamente. En cada sesión se resolvieron un máximo de 8 problemas. Cuando se consideraba que el estudiante estaba en condiciones de superar el tipo de problemas trabajado hasta ese momento, se realizaba una sesión

de evaluación. Se realizaron un total de 7 sesiones de evaluación, cada una de las cuales consistió en un test de 6 problemas. En las sesiones de evaluación se seguía el mismo método que en las sesiones de línea de base, es decir, el estudiante resolvía los problemas solo. Dependiendo de lo que ocurría en cada sesión, se revisaba la metodología y se introducían los cambios necesarios. Siguiendo las directrices de la metodología SBI, la primera sesión de instrucción se dedicó a enseñar al estudiante a rellenar los esquemas en historias de cambio, es decir, situaciones de cambio sin incógnita, en las que se proporcionan los tres datos del enunciado. En la Figura 1 se muestra una de dichas historias.

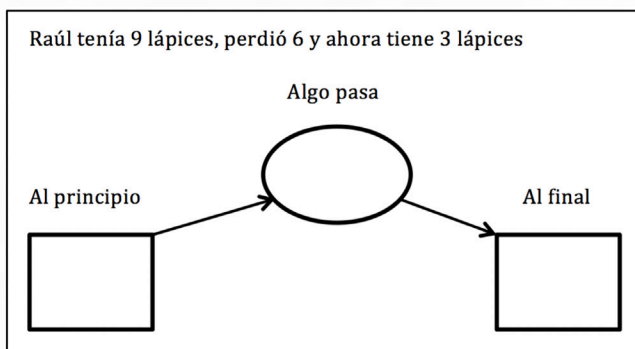


Figura 1. Enunciado y esquema utilizados para una historia de cambio.

En la siguiente sesión de instrucción se introdujeron los problemas de cambio con incógnita en la cantidad final (DDI). La Figura 2 muestra una imagen del folio que recibía el estudiante en estas sesiones.

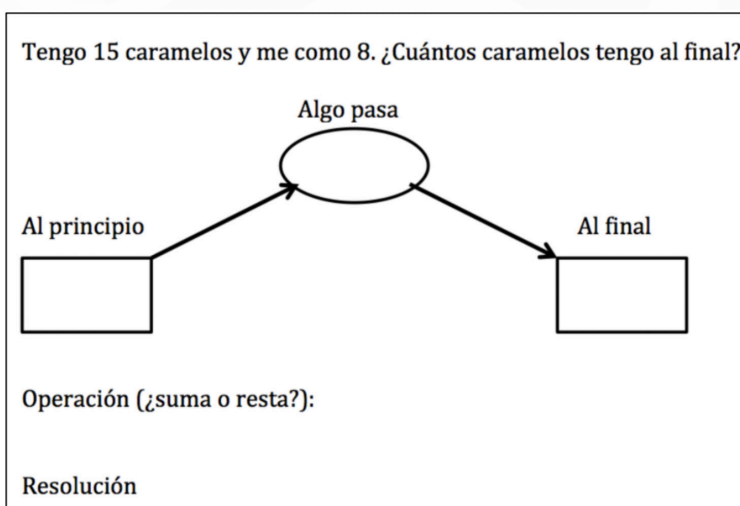


Figura 2. Folio que recibe el estudiante con cada problema en las sesiones de instrucción.

Durante esta sesión de instrucción en problemas DDI se observó que el estudiante realizaba de forma desordenada los distintos pasos necesarios para resolver el problema, lo que generaba errores al rellenar el esquema. Por ello, se le instruyó para seguir los siguientes pasos mediante una hoja de pautas: (1) colocar datos en esquema, (2) colocar la interrogación, (3) rodear la cantidad mayor, (4) plantear la operación, (5) resolver la operación e (6) interpretar la solución. Un ejemplo del uso del esquema para el problema anterior se muestra en la Figura 3.

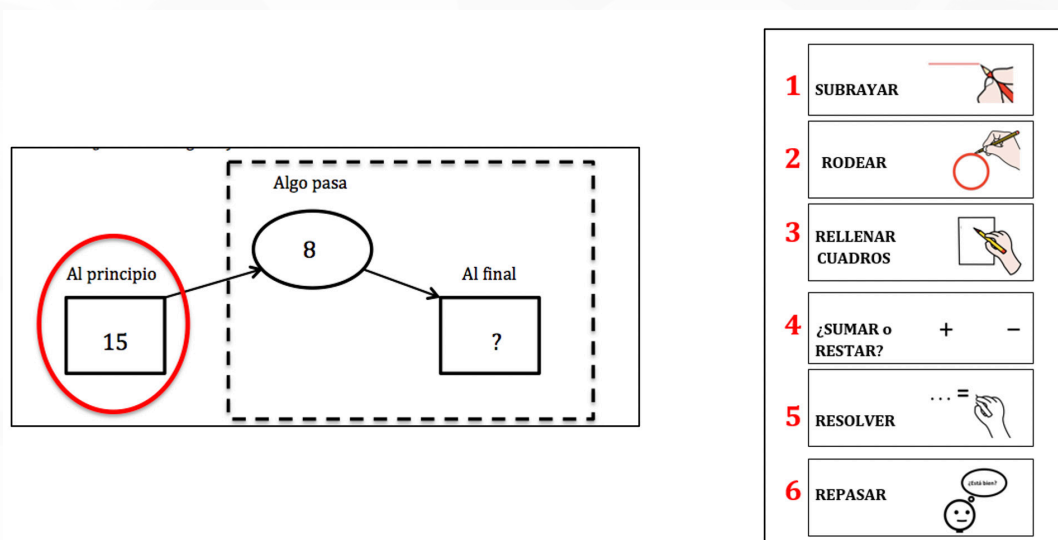


Figura 3. (a) Uso del esquema para un problema con la incógnita en la cantidad final y (b) hoja de pautas para guiar la resolución.

Se mantuvo la instrucción en problemas DDI durante 2 sesiones más, tras las cuales se realizaron sendas sesiones de evaluación (S1 y S2 en la Figura 4). En la sesión siguiente se introdujeron los problemas de cambio con incógnita en la cantidad de cambio (DID), a los que se dedicaron 5 sesiones de instrucción y 2 de evaluación (S3 y S4 en la Figura 4). Durante estas sesiones se observó que el estudiante obtenía el resultado numérico mediante conteo mental. Siendo válida esta estrategia, el hecho de obtener la respuesta numérica mediante conteo hacía que el estudiante perdiera el interés por identificar la operación aritmética. Por ello, se decidió que las cantidades de los problemas fuesen números grandes (dos cifras). Por último, se introdujeron los problemas de cambio con incógnita en la cantidad inicial (IDD) durante 5 sesiones más de instrucción y 2 de evaluación (S5 y S6 en la Figura 4). Finalmente se llevó a cabo una última sesión en la que se mezclaron todos los tipos de problemas tanto en la instrucción como en la evaluación (S7 en la Figura 4).

Con posterioridad a las sesiones de instrucción, el estudiante resolvió un postest de generalización a problemas de dos operaciones (PT(G)) en el que se le propusieron para resolver sin ayuda 8 problemas del tipo siguiente: “Al principio, en una fiesta de cumpleaños, había 10 niños, entraron 4 y se marcharon 3.

¿Cuántos niños quedaron al final?”. Cuatro semanas después de haber finalizado la instrucción, se realizó un postest de mantenimiento (PT(M)) consistente en resolver 6 problemas de todos los tipos de cambio.

3.3. Registro y análisis de los datos obtenidos

Todas las sesiones fueron grabadas en video y se recogieron todas las expresiones escritas realizadas por el estudiante. A partir de estos registros, se llevó a cabo una codificación de las respuestas del estudiante teniendo en cuenta dos dimensiones para cada problema: la comprensión del enunciado y la obtención de la solución. La comprensión del enunciado se considera correcta cuando el estudiante selecciona explícitamente la operación aritmética que resuelve el problema; en ese caso, se le asigna un punto. Cuando el estudiante proporciona el valor numérico correcto se le asigna otro punto. Así, cada problema tiene una asignación máxima de dos puntos. Calculamos para cada sesión el porcentaje de éxito del estudiante en la sesión, definido como la ratio entre los puntos obtenidos por el estudiante en los problemas de la sesión y el máximo posible de puntos de esa sesión. Por ejemplo, en una sesión de evaluación con 6 problemas, la puntuación máxima posible es 12 puntos. Si el estudiante obtiene 9 puntos, su porcentaje de éxito es del 75%.

Se puntuaron independientemente los problemas por parte de 3 investigadores y de un evaluador externo que no conocía el propósito del estudio. La confiabilidad interobservador se calculó dividiendo el número de acuerdos entre el número de acuerdos más desacuerdos y multiplicando por 100, y fue el 100% durante las sesiones de línea de base, el 92% durante las sesiones de instrucción, el 98% en el postest de generalización y el 100% en el postest de mantenimiento.

4. Resultados

La Figura 4 muestra los resultados obtenidos por el estudiante durante las sesiones de línea de base, de evaluación, de generalización y de mantenimiento. Seguidamente damos detalles del desempeño del estudiante en estas fases.

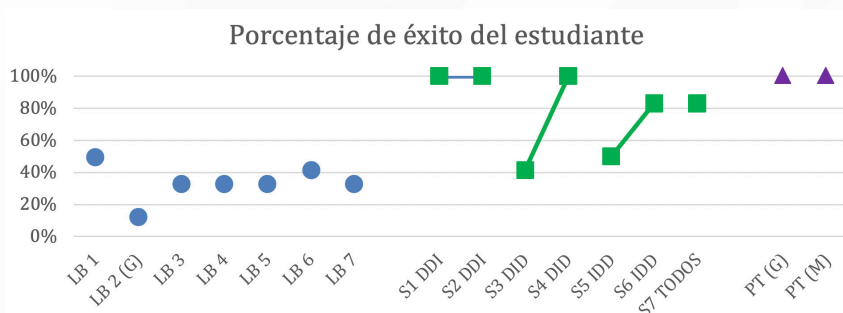


Figura 4. Evolución de los resultados obtenidos en cada sesión. LB: Línea de base, S: Sesión de evaluación, DDI: incógnita cantidad final, DID: incógnita cantidad cambio, IDD: incógnita cantidad inicial; PT: postest, G: Generalización, M: mantenimiento.

4.1. Línea de Base

El estudiante no identificó explícitamente la operación aritmética en ninguno de los problemas de la línea de base, pero en la mayoría realizó estrategias informales que en ocasiones le llevaron a obtener la solución numérica correcta. En la Figura 5 mostramos uno de los problemas resueltos en la línea de base 3. Se puede observar que recurre a una estrategia informal de separar y contar para restar; no reconoce la operación (resta), pero logra el resultado numérico correcto.

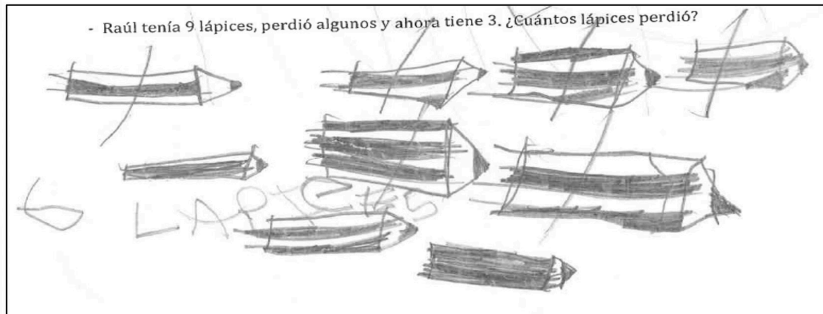


Figura 5. Estrategia informal de separar y contar en la resolución de un problema de la línea de base con incógnita en la cantidad cambio.

4.2. Instrucción Basada en Esquemas

El participante resolvió correctamente todos los problemas de tipo DDI (con incógnita en la cantidad final) de las sesiones de evaluación 1 y 2. Además, identificó y ejecutó correctamente la operación. Al introducir los problemas DID, con incógnita en la cantidad cambio, el participante manifestó las primeras dificultades en la identificación de la operación. Se dio en numerosas ocasiones que, aunque calculaba correctamente la solución mediante conteo mental y la colocaba en el esquema, asociaba la operación con la acción del verbo (aumentar = sumar). Un ejemplo se muestra en la Figura 6 (a).

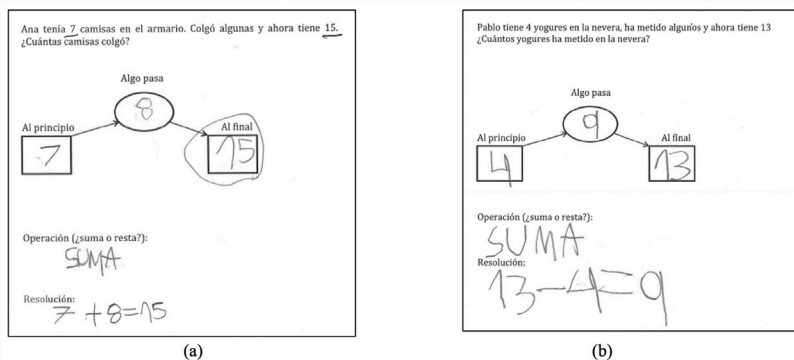


Figura 6. Resolución de dos problemas con incógnita la cantidad cambio.

En sesiones posteriores con problemas de este tipo (DID), el participante manifestó un momento de “transición” en el que realizaba correctamente la operación para obtener la solución del problema, pero a la hora de identificar la operación, la seguía asociando a la acción del verbo (suma = aumentar). Un ejemplo se muestra en la Figura 6 (b). Se interpretó que, al obtener la solución correcta por conteo, perdía su interés por identificar y ejecutar la operación aritmética necesaria para resolver el problema. La introducción de números grandes le ayudó a superar esta dificultad, como se muestra en el ejemplo de la Figura 7.

Mónica tenía 13 flores. Le han regalado algunas y ahora tiene 35.
¿Cuántas le han regalado?

Algo pasa

Al principio $\boxed{13}$ $\rightarrow$ $\boxed{22}$ $\rightarrow$ $\boxed{35}$ Al final

Operación (¿suma o resta?):

RESTA

Resolución:

$$\begin{array}{r} 35 \\ - 13 \\ \hline 22 \end{array} \text{ FLORES}$$

Figura 7. Identificación y ejecución de la operación aritmética en un problema DID con números grandes.

Finalmente, con la introducción de los problemas de incógnita la cantidad inicial (IDD) se observó cómo identificaba correctamente la operación sin asociarla al verbo, y ejecutaba la operación para obtener la solución (ver Figura 8).

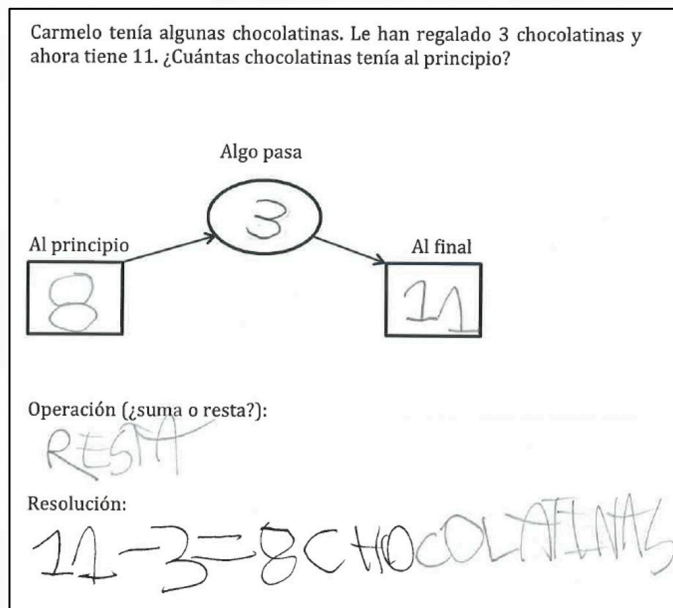
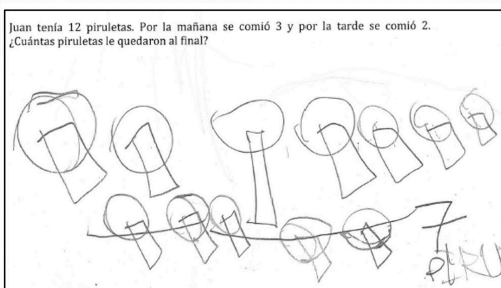


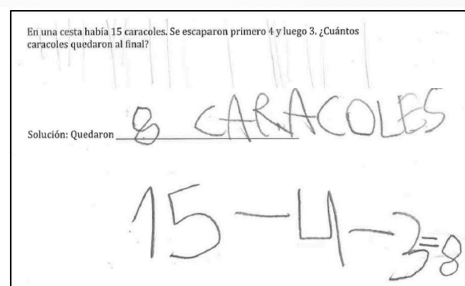
Figura 8. Resolución de un problema con incógnita en la cantidad inicial.

4.3. Generalización y mantenimiento

Se evaluó la generalización a problemas de dos etapas con incógnita en la cantidad final, habiendo recibido tan solo instrucción en problemas de una etapa. En la línea de base mostró un comportamiento similar a los problemas de una etapa, enfrentándose a ellos mediante estrategias informales, y con bajo porcentaje de aciertos (12,5%). La Figura 9 (a) muestra una resolución correcta mediante estrategia de separar y contar. Tras finalizar la instrucción en problemas de una etapa, trasladó lo adquirido a los problemas de dos etapas, con un porcentaje de acierto en el posttest de 100%. Un ejemplo de resolución de un problema del posttest de generalización se muestra en la Figura 9 (b).



(a)



(b)

Figura 9. Resoluciones correctas de problemas de dos operaciones. En la línea de base mediante estrategia separar y contar (a) y en el posttest de generalización mediante hechos numéricos de resta (b).

Finalmente, para evaluar si lo adquirido se mantenía en el tiempo, se realizó un postest con todos los tipos de problemas de una etapa cuatro semanas tras finalizar la instrucción. Como se observa en la Figura 4, el participante identificó correctamente la operación y encontró la solución correcta de todos los problemas del postest de mantenimiento.

5. Discusión y conclusiones

Aunque con ciertas fluctuaciones, el estudiante aceptó e incorporó el uso del esquema desde el principio, lo que le llevó a resolver correctamente todos los problemas con incógnita en la cantidad final (DDI). En los problemas de cambio desconocido (DID) y cantidad inicial desconocida (IDD), presentó dificultades en la identificación de la operación, aunque esta dimensión mejoró notablemente a partir de la sesión 4.

El estudiante no presentó, en general, problemas de comprensión de los enunciados. Al comienzo de la instrucción, tras leer el texto de los problemas decía o escribía la solución numérica correcta sin mostrar explícitamente su estrategia de cálculo; posteriormente, seleccionaba de forma errónea la operación aritmética necesaria para resolver el problema. Esta forma de proceder nos muestra un perfil de estudiante que logra desarrollar una buena comprensión del enunciado del problema, pero que ignora la operación aritmética y, por tanto, lleva a cabo estrategias de cálculo basadas en la modelización y el conteo. Estas estrategias no resultan eficaces ante números grandes y, en todo caso, no son útiles para que progrese hacia la búsqueda de la operación (Xin, 2012).

La metodología SBI se ha mostrado, por tanto, efectiva para ayudar al estudiante a progresar desde estrategias informales a otras basadas en hechos numéricos. Coincidiendo con el trabajo de Rockwell *et al.* (2011), el lugar en el que se coloca la incógnita en un problema de cambio ha tenido un importante protagonismo en el proceso, y el uso de los esquemas para organizar la información de los enunciados se ha mostrado especialmente útil para la comprensión de los problemas de incógnita la cantidad de cambio o la inicial.

La evolución del estudiante ha sido esencial para guiar el proceso, de modo que, manteniendo la filosofía SBI, se han ido incorporando modificaciones en función de las dificultades que se iban detectando. Han sido dos las modificaciones realizadas. En primer lugar, el estudiante mostró dificultades para seguir, de forma ordenada, los distintos pasos necesarios para resolver el problema, lo que generaba errores al rellenar el esquema. Para ayudarle a superar esta dificultad se introdujo el uso de la hoja de pautas, lo que permitió hacer hincapié en algunos de los pasos de la metodología –como rodear la cantidad mayor, escribir la operación e interpretar la solución–, especialmente en los casos en los que el verbo del problema suponía un aumento y el problema era de resta. En segundo lugar, se observó que la aparición de números pequeños (menores que 10) en el enunciado del problema promovía en el estudiante el empleo de estrategias informales que le llevaban a la solución correcta sin necesidad de identificar de

forma explícita la operación aritmética que resolvía el problema. Por ello, en un momento determinado de la instrucción se propusieron enunciados con números grandes. De este modo, se ayudó al estudiante a percibir la necesidad de identificar la operación aritmética y se le condujo a usar estrategias más eficaces.

Volviendo al marco general que enmarca este trabajo, coincidimos con estudios similares en la necesidad de que se lleven a cabo adaptaciones diferentes para los distintos estudiantes con TEA (Polo-Blanco *et al.*, 2018: 2019), dada la gran variabilidad de las características del aprendizaje que presenta cada uno de ellos. En particular como línea de trabajo futuro se plantea realizar adaptaciones de instrucciones basadas en la metodología SBI (Rockwell *et al.*, 2011; Root *et al.*, 2016) o de otras similares que enfatizan las relaciones algebraicas, como el Modelo Conceptual COMPS (Xin, 2012), con el fin de seguir profundizando en el aprendizaje de la resolución de problemas en estudiantes con TEA.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado en colaboración con Alicia Bruno y ha recibido apoyo de los proyectos con referencias EDU2017-84276-R y PID2019-105677RB-I00.

Bibliografía

Alderson-Day, B. (2014). Verbal problem-solving difficulties in autism spectrum disorders and atypical language development. *Autism Research*, 7, 720–730.

Bae, Y.S., Chiang, H.M. y Hickson L. (2015). Mathematical Word Problem Solving Ability of Children with Autism Spectrum Disorder and their Typically Developing Peers, *Journal of Autism Developmental Disorders*, 45, 2200–2208.

Carpenter, T. P., Ansell, E., Franke, K. L., Fennema, E. y Weisbeck, L. (1993). Models of problem solving: A study of kindergarten children's problem-solving processes. *Journal for Research in Mathematics Education*, 24, 428–441.

Desmarais, K., Osana, H. P., & Lafay, A. (2019). Schema-Based Instruction: Supporting Children with Learning Difficulties and Intellectual Disabilities. En *Mathematical Learning and Cognition in Early Childhood*, 203–221. Springer, Cham.

Engelmann, S. (1980). Direct instruction. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology.

Estes, A., Rivera, V., Bryan, M., Cali, P. y Dawson, G. (2011). Discrepancies Between Academic Achievement and Intellectual Ability in Higher-Functioning School-Aged Children with Autism Spectrum Disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 41, 1044–1052.

Gunn, K. C. & Delafield-Butt, J. T. (2016). Teaching children with autism spectrum disorder with restricted interests: A review of evidence for best practice. *Review of Educational Research*, 86(2), 408-430.

Ginsburg, H. P. y Baroody, A. J. (2007). TEMA-3. *Test de competencia matemática básica*. Madrid: TEA Ediciones. Adaptación española: Núñez, M. C.; Lozano, I.

Goni-Cervera, J., Cañadas, M. C. y Polo-Blanco, I. (en prensa). Estrategias por alumnos con trastorno del espectro autista al resolver una tarea que involucra una relación funcional. *Investigación en Educación Matemática XXIV*. Valencia: SEIEM.

Hart, J. E. y Cleary, S. (2015). Review of evidence-based mathematics interventions for students with autism spectrum disorders. *Education and Training in Autism and Developmental Disabilities*, 50, 172-185.

Jitendra, A., DiPipi, C. M. y Perron-Jones, N. (2002). An exploratory study of schema based word problem solving instruction for middle school students with learning disabilities: An emphasis on conceptual and procedural understanding. *Journal of Special Education*, 36, 23-38.

Kasap, C. y Ergenekon, Y. (2017). Effects of a schema approach for the achievement of the verbal mathematics problem-solving skills in individuals with autism spectrum disorders. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 17, 1787-1809.

Kratochwill, T. R., Hitchcock, J. H., Horner, R. H., Levin, J. R., Odom, S. L., Rindskopf, D. M., & Shadish, W. R. (2013). Single-case intervention research design standards. *Remedial and Special Education*, 34(1), 26-38.

Ozonoff, S. y Schetter, P. L. (2007). Executive dysfunction in Autism spectrum disorders: From research to practice. En Meltzer L. (ed.) *Executive function in education: From theory to practice*, 287-308. New York: Guilford.

Polo-Blanco, I., Bruno, A., González, M. J. y Olivera, B. (2018). Estrategias y representaciones en la resolución de problemas aritméticos de división en estudiantes con trastorno del espectro autista: un estudio de caso. *Revista de Educación Inclusiva*, 11(2), 79-90.

Polo-Blanco, I., González, M. J. y Bruno, A. (2019). An exploratory study on strategies and errors of a student with autism spectrum disorder when solving partitive division problems. *Brazilian Journal of Special Education* 25(2), 247-264.

Polo-Blanco, I., González, M. J. y Bruno, A. (en prensa). Influencia del contexto en problemas de multiplicación y división: estudio de caso de un alumno con autismo. *Siglo Cero*.

Rockwell, S. B., Griffin, C. C. y Jones, H. A. (2011). Schema-based strategy instruction in mathematics and the word problem-solving performance of a student with. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 26(2), 87–95.

Root, J. R., Browder, D. M., Saunders, A. F. y Lo, Y. (2016). Schema-Based Instruction with concrete and virtual manipulatives to teach problem solving to students with autism, *Remedial and Special Education*, 48, 42-52.

Wei, X., Yu, J. W., Shattuck, P., McCracken, M. y Blackorby, J. (2013). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) participation among college students with an autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 43, 1539–1546.

Xin, Y. P. (2012). *Conceptual model-based problem solving: Teach students with learning difficulties to solve math problems*. The Netherlands: Sense Publishers.

Xin, Y. P. y Jitendra, A. K. (1999). The effects of instruction in solving mathematical word problems for students with learning problems: A meta-analysis. *The Journal of Special Education*, 32, 40–78.